(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

УДК: 553.3.072 10.5281/zenodo.11229825

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОГИИ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗАБАЛАНСОВЫХ СМЕШЕННЫХ МЕДНЫХ РУД НА СОДЕРЖАНИЕ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ






Вохидов Бахриддин Рахмидинович
Навоийский государственный горно-технологический университет, Навоий, Узбекистан

Саидахмедов Актам Абдисамиевич
Навоийский государственный горно-технологический университет, Навоий, Узбекистан

Бабаев Мирдоджон Шарофжонович
Навоийский государственный горно-технологический университет, Навоий, Узбекистан

Тахирова Наргиса Бахридиновна
Навоийский государственный горно-технологический университет, Навоий, Узбекистан

Аннотация. *В данной статье приведен анализ составов забалансовых смешенных медных руд АО «Алмалыкский ГМК», представляющие собой техногенные месторождения уникального по составу полиметаллического сырья, которое по настоящее время практически не используется. В настоящей время мировые запасы месторождений с высоким исходным содержанием и легко извлекаемыми рудами в настоящее время практически истощены. В процессе добычи и переработки руд были образованы многочисленные техногенные отходы: отвалы бедных окисленных и забалансовых сульфидных медных руд. Это обусловливает уменьшение объёмов переработки кондиционных руд и вовлечение в разработку техногенных отходов, труднообогатимых руд и забалансовых и низкосортных отвалов. Авторами работы изучено возможность привлечение данных тип руд к переработке с оценкой исследованием минералогического и рационального состава смешенных меных руд.*

Ключевые слова: *забалансовые руды, окисленных медных руд, гравитация, центробежная концентрирование благородных металлов, кучное выщелачивание, концентрат, гидрометаллургия.*

RANGLI VA QIMMATBAHO METALLAR TARKIBIDAGI BALANSDAN TASHQARI ARALASH MIS RUDALARINING MINERALOGIYASI VA GRANULOMETRIK TARKIBINI O‘RGANISH

Vohidov Baxriddin Rahmidinovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiya universiteti, Navoiy, O‘zbekiston

Saidaxmedov Aktam Abdisamievich
Navoiy davlat konchilik va texnologiya universiteti, Navoiy, O‘zbekiston

Babaev Mirdodojon Sharofjonovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiya universiteti, Navoiy, O‘zbekiston

Tahirova Nargisa Baxridinovna
Navoiy davlat konchilik va texnologiya universiteti, Navoiy, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Ushbu maqolada "Olmaliq KMK" AJ balansdan tashqari aralash mis rudalari tarkibi tahlili o'ziga xos tarkibga ega bo'lgan polimetall xomashyoning texnogen konlari bo'lib, hozirgi kunga qadar deyarli foydalanilmagan. Hozirgi vaqtda yuqori boshlang'ich navli va oson qazib olinadigan rudalarga ega bo'lgan konlarning jahon zaxiralari amalda tugaydi. Rudalarni qazib olish va qayta ishlash jarayonida ko'plab texnogen chiqindilar hosil bo'ldi: past navli oksidlangan va balansdan tashqari sulfidli mis rudalari chiqindilari. Bu standart rudalarni qayta ishlash hajmining qisqarishiga va texnogen chiqindilar, qiyin rudalar va balansdan tashqari va past navli chiqindilarni o'zlashtirishga jalb qilinishiga olib keladi. Ish mualliflari aralash unumsiz rudalarning mineralogik va ratsional tarkibini o'rganish orqali ushbu turdagi rudalarni baholash bilan qayta ishlashga jalb etish imkoniyatlarini o'rgangan.*
Kalit so'zlar: *balansdan tashqari rudalar, oksidlangan mis rudalari, gravitatsiya, qimmatbaho metallarning markazdan qochirma konsentratsiyasi, uyumsiz yuvish, konsentrat, gidrometallurgiya.*

STUDY OF THE MINERALOGY AND GRANULOMETRIC COMPOSITION OF OFF-BALANCE MIXED COPPER ORES FOR THE CONTENT OF NON-FERROUS AND PRECIOUS METALS

Vohidov Baxriddin Rahmidinovich
Navoi State University of Mining and Technology, Navoi, Uzbekistan

Saidaxmedov Aktam Abdisamievich
Navoi State University of Mining and Technology, Navoi, Uzbekistan

Babaev Mirdodojon Sharofjonovich
Navoi State University of Mining and Technology, Navoi, Uzbekistan

Tahirova Nargisa Bakhridinovna
Navoi State University of Mining and Technology, Navoi, Uzbekistan

Abstract. *This article provides an analysis of the compositions of off-balance mixed copper ores of Almalyk MMC JSC, which are technogenic deposits of polymetallic raw materials with a unique composition, which are practically not used to date. At present, the world's reserves of deposits with high initial grades and easily extracted ores are currently practically depleted. In the process of mining and processing of ores, numerous technogenic wastes were formed: dumps of low-grade oxidized and off-balance sulfide copper ores. This leads to a reduction in the volume of processing of standard ores and the involvement in the development of technogenic waste, difficult ores and off-balance and low-grade dumps. The authors of the work studied the possibility of involving these types of ores for processing with an assessment by studying the mineralogical and rational composition of mixed barren ores.*
Keywords: *off-balance ores, oxidized copper ores, gravity, centrifugal concentration of precious metals, heap leaching, concentrate, hydrometallurgy.*

Введение. В Республике Узбекистана остро обозначался проблемы переработке забалансовых руд с извлечением меди и других ценных компонентов для увеличения объёма производства меди и разработка комплексных технологию производства драгоценных металлов по медному кластеру и производство продукции с добавленной стоимостью. Для извлечения драгоцен-

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

ных металлов из сбалансированных рудных месторождений желательно в качестве сырья использовались отвальные хвосты производства [1].

Литературный анализ и методология. В качестве объектами исследований изучались исходные отвальные руды месторождения Кальмакыр смешенного состава окисленные и сульфидные забалансовые медные руды на содержание меди и благородных металлов. Кроме того, исследовано на фазовом составе благородных металлов с изучением форма нахождение, также определён гранулометрический состав благородных металлов в исходной смешенной руде [2]. Забалансовые сульфидные руды в руднике "Кальмаккыр" сконцентрированы на отвалах А-7 и А-8. Общее количество забалансовых сульфидных руд месторождений "Кальмаккыр" на отвалах А-7 - 74,5 млн. т.

Проведён общий химический анализ по всем отвальным пробам. Результаты химических анализов приведены в табл.1. и результаты силикатного анализа приведена в таблице 2.

Таблица 1.

Химический состав исходных проб складов АО "АГМК"

Склад	Содержание элементов, г/т		Содержание элементов, %														
	Au	Ag	$S_{об}$	S_s	SO_3 расч,	$Fe_{об}$	Fe 2+	Fe 3+ расч,	$C_{общ}$	$C_{орг}$	CO_2 расч,	As	Sb	Cu	Pb	Zn	Mo
А7	0,38	4,4	1,8	1,1	1,8	3,7	1,9	1,8	0,4	<0,1	1,3	<0,09	<0,005	0,11	0,018	0,038	<0,005
А8	0,44	1,1	3,1	2,2	2,3	4,7	3,2	1,5	0,79	<0,1	2,7	<0,09	<0,005	0,13	0,007	0,01	<0,005
9	1,77	2,3	<0,2	<0,2	<0,3	4,7	0,9	3,8	0,16	<0,1	0,4	<0,09	<0,005	0,42	0,006	0,01	<0,005
10	0,39	1,1	1,6	0,74	2,2	3,6	1,8	1,8	0,4	0,1	1,1	<0,09	<0,005	0,13	0,006	0,016	<0,005
А4	0,7	6,5	<0,2	<0,2	<0,3	3,5	1,7	1,8	0,38	<0,1	1,2	<0,09	<0,005	0,73	0,008	0,016	<0,005
8А	0,4	1,3	0,89	0,35	1,4	3,55	1,0	2,55	0,22	<0,1	0,5	<0,09	<0,005	0,08	0,016	0,018	<0,005

Таблица 2.

Силикатный минералогической состав исходных проб складов АО "АГМК"

Склад	Содержание элементов, %										
	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	FeO	Fe_2O_3,	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	MnO	п,п,п,
А7	53,5	13,5	0,5	2,4	2,6	2,7	3,8	1,7	2,1	0,1	0,09	5,3
А8	50,7	12,7	0,36	4,1	2,1	5,9	4,3	2,8	2,2	1,3	0,1	1,3
9	64,6	13,6	0,5	1,2	5,4	1,5	2,0	0,6	3,5	0,1	0,04	3,7
10	59,1	14,3	0,5	2,3	2,6	3,0	3,3	0,9	3,2	0,08	<0,01	5,0
А4	57,0	15,4	0,5	2,2	2,6	3,7	3,5	1,8	2,9	<0,01	0,1	4,6
8А	62,4	14,2	0,5	1,3	3,6	2,3	2,3	1,0	3,4	<0,01	0,04	3,9

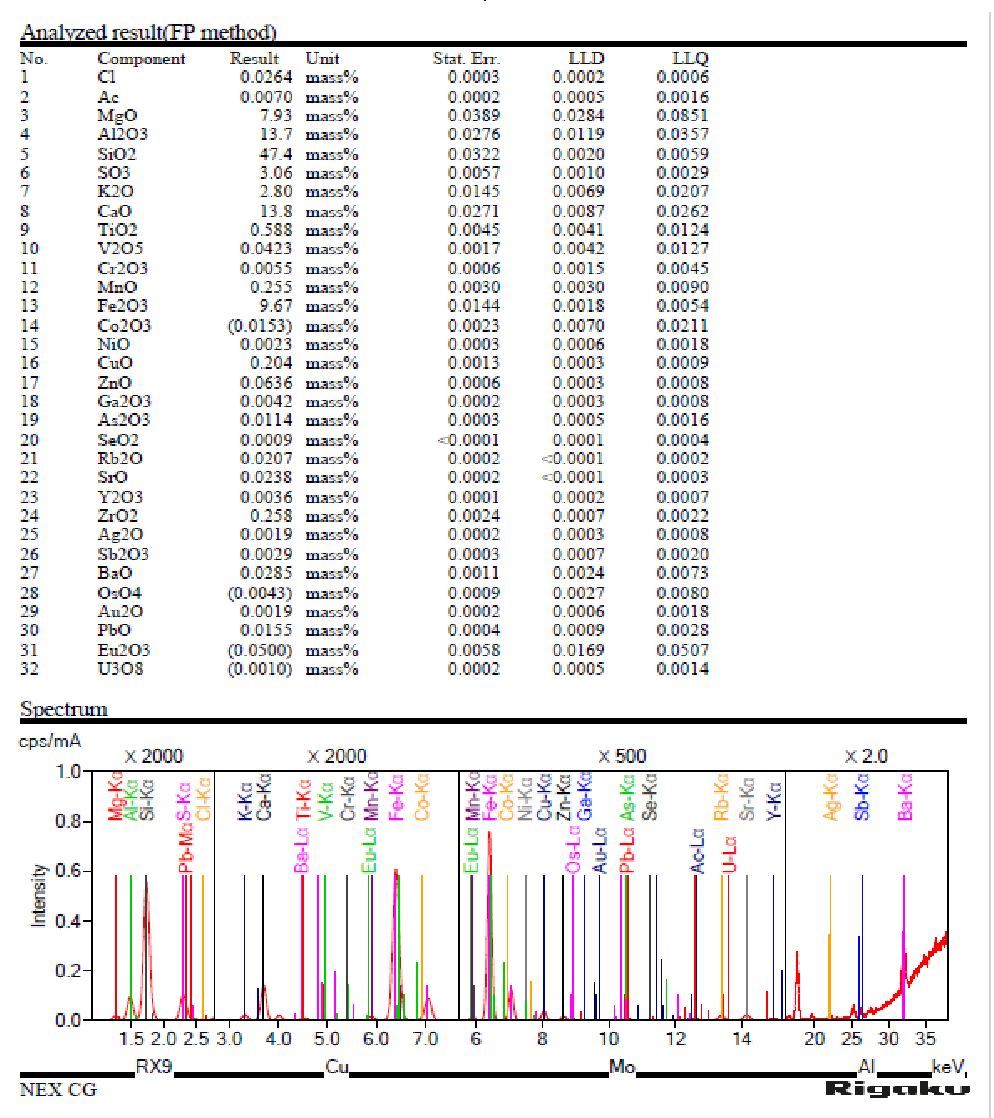
Отвальные смешанных, окисленных и сульфидных забалансовых руд были преобразовано в результаты долговое переработке руды месторождение Кальмаккыр и переработке руды «Ешлик I». В геологическом отношении месторождение «Ешлик I» является аналогом месторождения «Кальмакыр» [1,3]. В целях изучения вещественного составов сульфидных и окисленных отвальных

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

хвостов Кальмакырского месторождений было проведение масс-спектрометрического метода анализа для определения количество благородных и редких металлов с использованием индуктивно-связанная плазменная масс-спектрометрия (ИСП-МС) — это особый метод спектрального анализа.

г/т.

По данным химического анализа в средней пробе сульфидной руды содержится %: SiO_2 - 47,4; Al_2O_3 -13,7; MgO – 7,93; SO_3 – 3,06; K_2O – 2,8; CaO – 13,8; Fe_2O_3 – 9,67; CuO - 0,204; ZnO – 0,06; Ga_2O_3 – 0,0042; As_2O_3 – 0,0114; SeO_2 – 0,0009; Rb_2O – 0,0207; SrO – 0,0238; Au



Analyzed result(FP method)

No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Cl	0.0264	mass%	0.0003	0.0002	0.0006
2	Ac	0.0070	mass%	0.0002	0.0005	0.0016
3	MgO	7.93	mass%	0.0389	0.0284	0.0851
4	Al2O3	13.7	mass%	0.0276	0.0119	0.0357
5	SiO2	47.4	mass%	0.0322	0.0020	0.0059
6	SO3	3.06	mass%	0.0057	0.0010	0.0029
7	K2O	2.80	mass%	0.0145	0.0069	0.0207
8	CaO	13.8	mass%	0.0271	0.0087	0.0262
9	TiO2	0.588	mass%	0.0045	0.0041	0.0124
10	V2O5	0.0423	mass%	0.0017	0.0042	0.0127
11	Cr2O3	0.0055	mass%	0.0006	0.0015	0.0045
12	MnO	0.255	mass%	0.0030	0.0030	0.0090
13	Fe2O3	9.67	mass%	0.0144	0.0018	0.0054
14	Co2O3	(0.0153)	mass%	0.0023	0.0070	0.0211
15	NiO	0.0023	mass%	0.0003	0.0006	0.0018
16	CuO	0.204	mass%	0.0013	0.0003	0.0009
17	ZnO	0.0636	mass%	0.0006	0.0003	0.0008
18	Ga2O3	0.0042	mass%	0.0002	0.0003	0.0008
19	As2O3	0.0114	mass%	0.0003	0.0005	0.0016
20	SeO2	0.0009	mass%	<0.0001	0.0001	0.0004
21	Rb2O	0.0207	mass%	0.0002	<0.0001	0.0002
22	SrO	0.0238	mass%	0.0002	<0.0001	0.0003
23	Y2O3	0.0036	mass%	0.0001	0.0002	0.0007
24	ZrO2	0.258	mass%	0.0024	0.0007	0.0022
25	Ag2O	0.0019	mass%	0.0002	0.0003	0.0008
26	Sb2O3	0.0029	mass%	0.0003	0.0007	0.0020
27	BaO	0.0285	mass%	0.0011	0.0024	0.0073
28	OsO4	(0.0043)	mass%	0.0009	0.0027	0.0080
29	Au2O	0.0019	mass%	0.0002	0.0006	0.0018
30	PbO	0.0155	mass%	0.0004	0.0009	0.0028
31	Eu2O3	(0.0500)	mass%	0.0058	0.0169	0.0507
32	U3O8	(0.0010)	mass%	0.0002	0.0005	0.0014

Рис.1. Минералогический состав сульфидных забалансовых руд (A8) Кальмакырского месторождения.

Общее количество забалансовых сульфидных руд месторождений “Кальмаккыр” на отвалах А7 и А8- 74,5 млн. т., в составе которых содержание золота 0,424 г/т, содержание серебра 1,77

– 0,0019; Ag – 0,0019; PbO -0,0155; NiO – 0,0023; Co_2O_3 -0,0153; MnO – 0,255; Cr_2O_3 - 0,0055; V_2O_5 – 0,0423; TiO_2 – 0,588; Ac – 0,0070; Cl – 0,0264; Sb_2O_3 – 0,0029; BaO – 0,0285; OsO_4 – 0,00043; Eu_2O_3 -0,05; U_3O_8

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

– 0,001. Минералогический состав руд приведен на рисунке 2.2. [73; С.113-114].

Результаты и обсуждение. Изменившихся ситуации на мировом рынке с связи повышением цены на драгоценные металлы создают нормальных атмосферы для разработки месторождений с низким содержанием полезных компонентов, а также становится эффективными в результате переработке техногенных отходов металлургического производства [4; С.11-16].

В результате анализа установлено, что структура сульфида меди более плотная, поэтому отражает свет в части образца блестящим и мутно зелёном оттенком и он больше связан с серой, а количество меди в изучаемой пробе составляет 0,17 % (смотрите рис.2.). Кроме этого, пробы А7 были изучены по вещественному составу энергодисперционной спектроскопии ЭДС (EDS), которые приведены ниже в рисунках (рис.2-3.).

Проводили общий химический анализ проб по всей поверхности каждой пробы для определения возможных составляющих исследуемых объектов. Снимками определён размер медных частиц, составляющий 5 мкм, и он, в

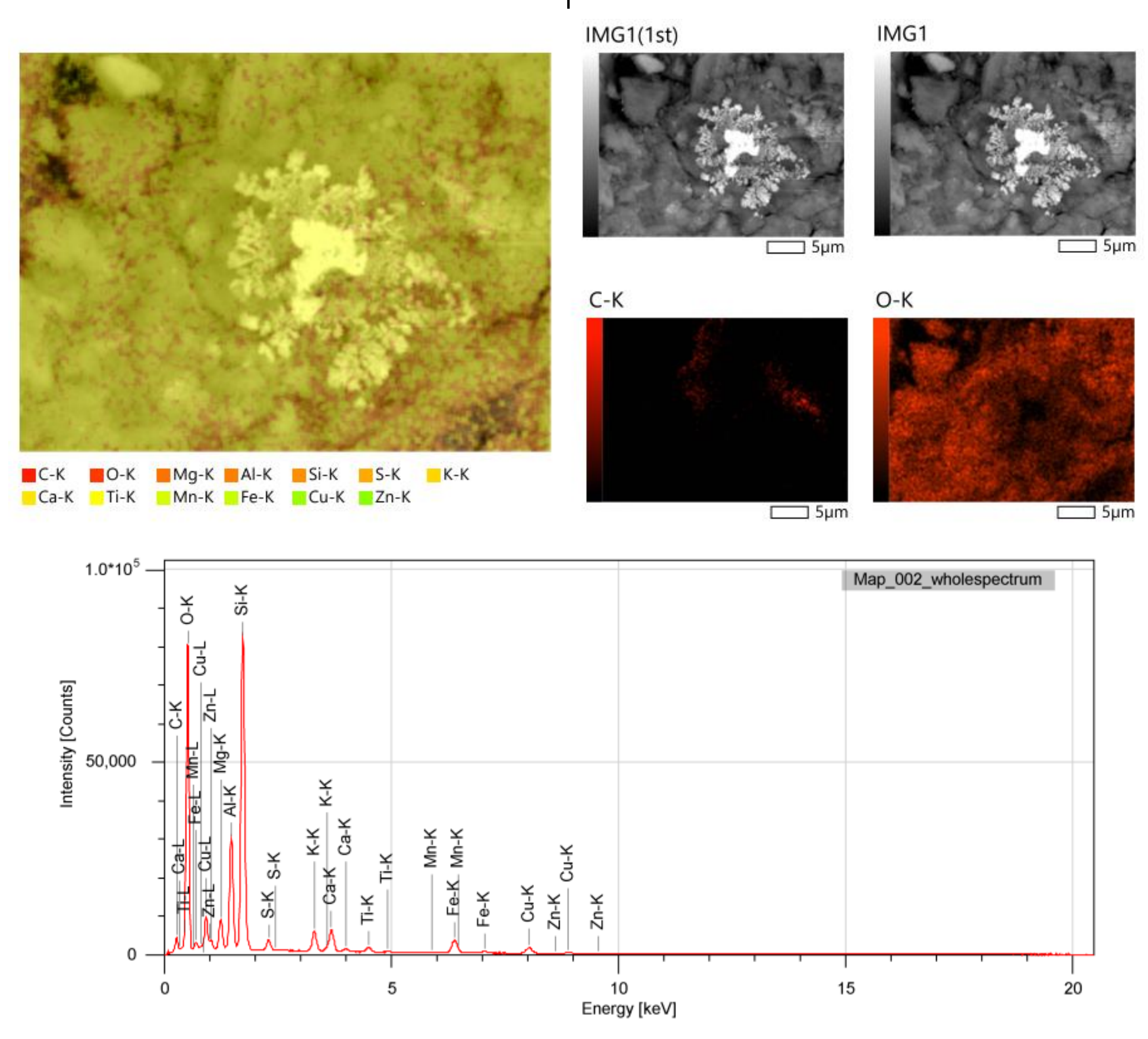


Рис.2. Общий элементарный анализ всей поверхности пробы А7.

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

основном, связан сульфидами и пиритом [133; С.107]. Изучаемая поверхность описывается в основном медью, в качестве примеси, минералы железа, находящиеся на пике, встречаются с серой, что в свою очередь образует минералы сульфидов железа, и заметное количество кальцита на высоком пике интенсивностью $4.0*10^5$ (см. рис.2.10.).

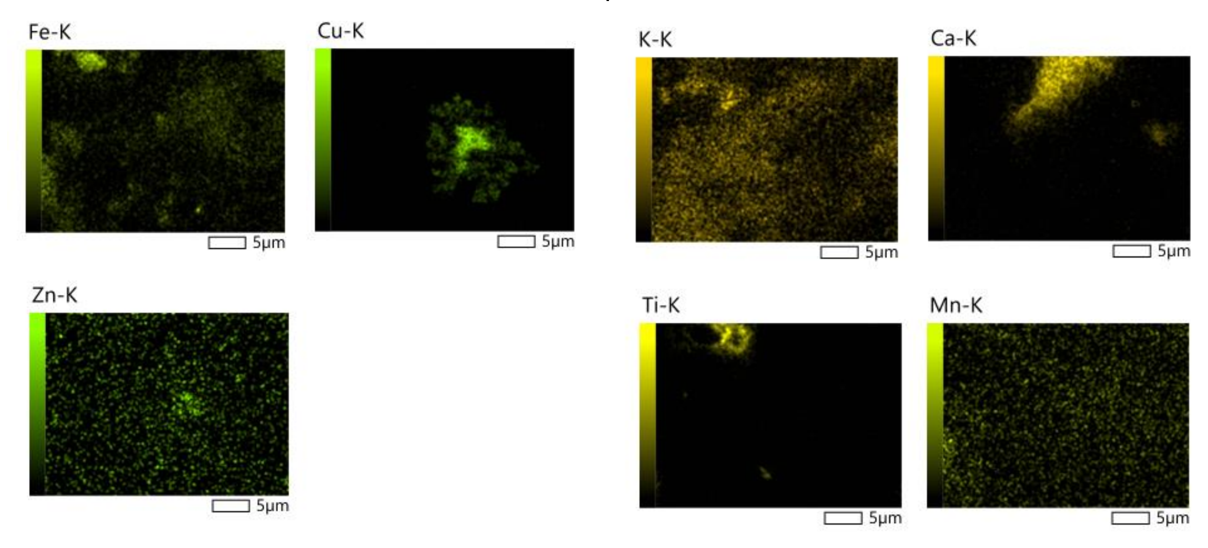


Рис.3. Результаты анализа проб А7.

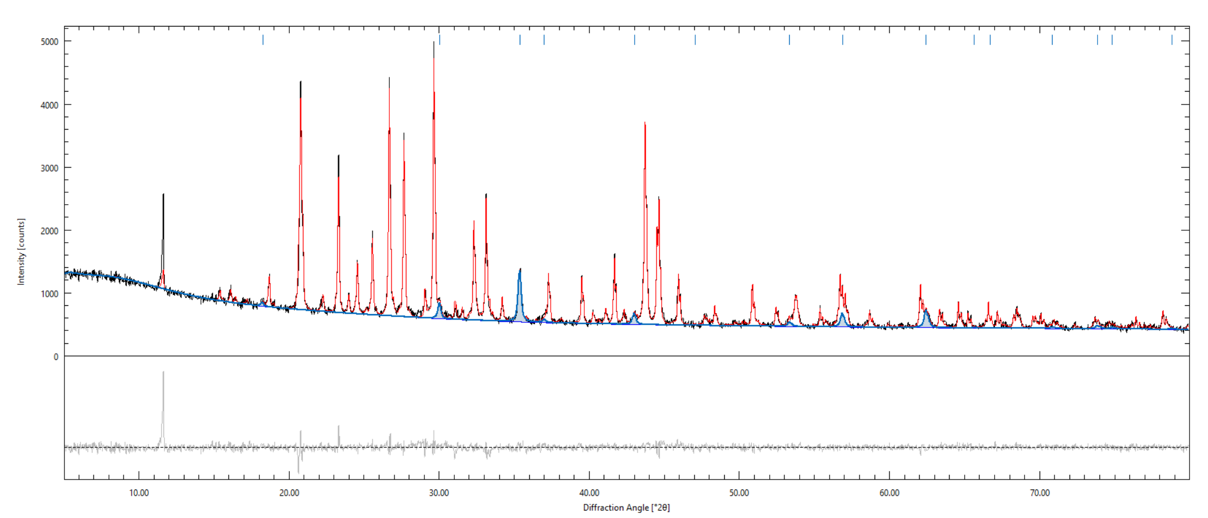


Рис.4. Дифрактограмма медных проб Кальмаккырского месторождение окисленных руд (минерал магнетит).

ции был использован для определения основных минералов, содержащихся в окисленных, сульфидных и смешенных медных забалансовых рудах месторождение Кальмаккып. Исследование проводилось на рентгеновском дифрактометре Empyrean (Panalytic). Результаты исследования анилизировано минералов в образце сульфидных концентратов обога-

Также, для удостоверение полученных результатов, пробы было анализировано методлм фазового анализа с использованием рентгеновской дифрак-щении с рудника Кальмаккыр представлены на рисунке 4.-7.

На дифрактограмме, показанной на рисунке 4, образец показал присутствие

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

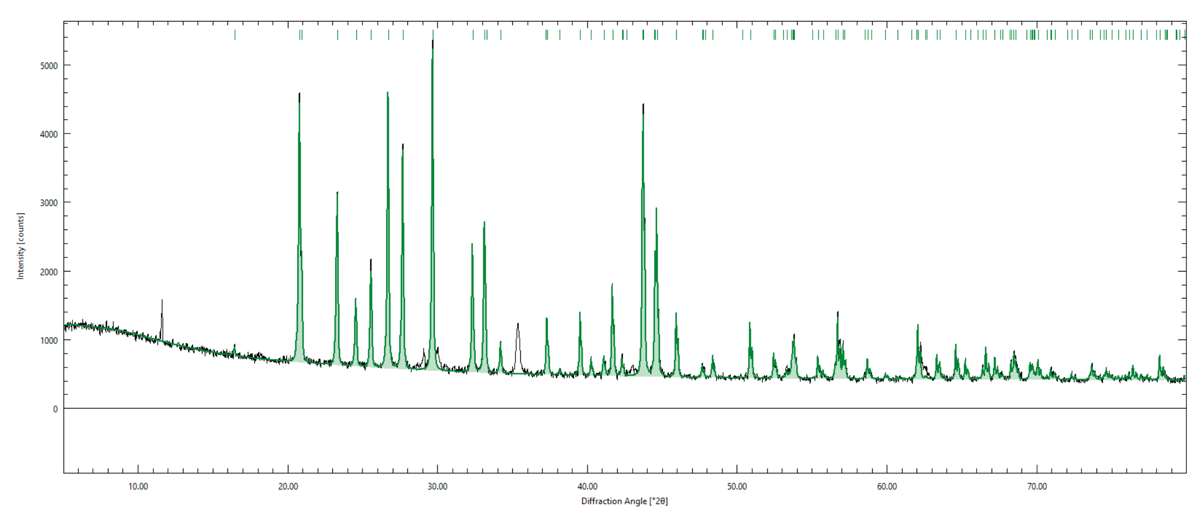


Рис.5. Дифрактограмма окисленных медных руд Кальмаккырского месторождение (минерал англезит).

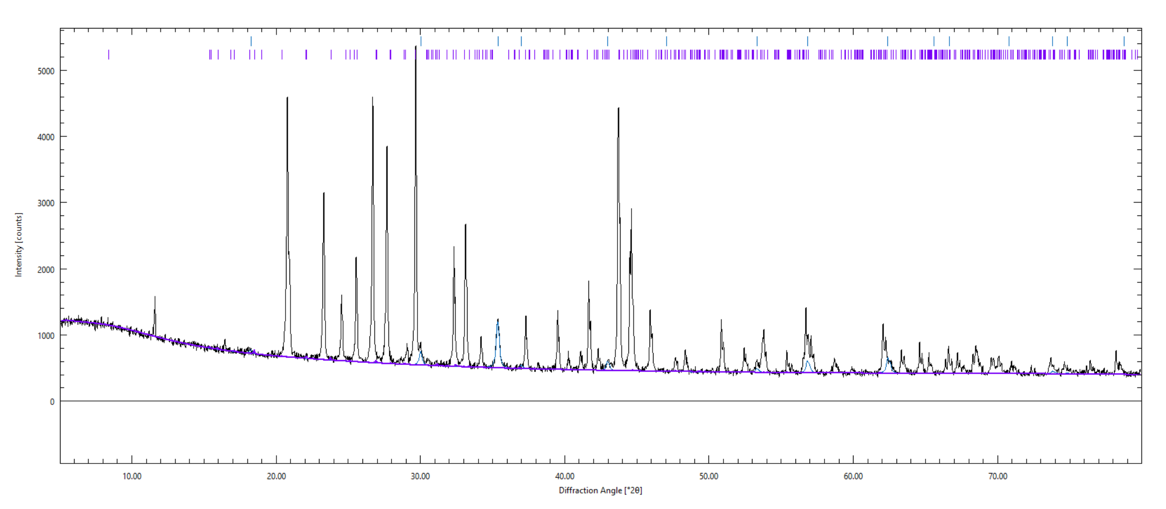


Рис.6. Дифрактограмма окисленных медных руд Кальмаккырского месторождение (минерал халкантит).

магнетита выделены красным цветом.

Изучение дифроктограммы образцы показалеи на примесного соединения англезита $PbSO_4$. Рудная минерализация в пробах окисленной руды представлена сульфидами и окислами железа и меди. Количество пирита в различных пробах варьирует от 0,2 до 3%. На долю сульфидов меди приходится от 0,13 до 0,35%. В пробе № 39 сульфиды меди отмечаются в количестве единичных знаков. Окислы меди (карбонаты меди, сульфаты меди, хризоколла, бирюза и псевдомалахит) в пробах № 39 и № 9 присутствуют в количестве 0,9-1,0%.

Изучение сульфидных отвалов медного забалансового руды, показали различного рода минерализации меди, и определён минераль халькантита $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. В остальных пробах, включая композит, их доля составляет 0,1-0,2%. Блеклая руда, также прочие сульфиды различных металлов, отмечаются во всех пробах в количестве единичных знаков. Дифрактограмма рис.6. определён минерала сульфида

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

железы пирита FeS_2, которую в руде присутствуют в количестве 2,3-4,0%. Как видно из химико-минералогического состава смешанных руд месторождение Кальмаккыр является уникальными: они богаты по цветным металлов в частности цинком, медью и благородными металлами. Кроме этого, она уже добыто удобно для металлургического производство и прямой поступает для гидрометаллургической переработки.

В рамках данного исследования разработана новая технологическая схема для получения цветных и благородных металлов из этих материалов, приемлемого для производства металлического золота, серебра и меди.

Не традиционное способы обогащение требует особые подходы к рудному сырью, которое без изучение гранулометрического состава руд невозможно определить точное аппаратурное выбора гравитационных обогащение, которое указывает точное путь к результату

Таблица 3.

Результаты гранулометрического анализа медной забалансовые руды при крупности -50 мм

Класс крупности, мм	Выход, %	Содержание, %					Распределение, %				
		Си общая	Си окис-ленная	Au, г/т	Ag, г/т	Mo	Си общая	Си окис-ленная	Au	Ag	Mo
-50+30	10,99	0,27	0,14	0,45	0,95	0,0016	13,29	11,70	10,03	6,88	3,68
-30+20	10,14	0,20	0,12	0,38	1,14	0,0037	9,09	9,26	7,82	7,62	7,86
-20+10	14,12	0,24	0,09	0,48	1,44	0,0043	15,19	9,67	13,75	13,40	12,71
-10+8	3,40	0,30	0,19	0,49	1,27	0,0063	4,57	4,91	3,38	2,84	4,48
-8+5	7,06	0,29	0,16	0,49	1,16	0,0069	9,18	8,60	7,02	5,40	10,20
-5+2	13,52	0,21	0,12	0,44	1,15	0,0044	12,72	12,34	12,07	10,24	12,45
-2+1	8,55	0,18	0,10	0,35	1,16	0,0030	6,90	6,51	6,07	6,54	5,37
-1+0,5	6,62	0,16	0,11	0,40	1,19	0,0034	4,74	5,54	5,37	5,19	4,71
-0,5+0,2	6,41	0,21	0,11	0,43	1,13	0,0043	6,04	5,37	5,60	4,78	5,77
-0,2+0,1	3,93	0,18	0,13	0,64	1,33	0,0066	3,17	3,89	5,11	3,45	5,43
-0,1+0,071	1,33	0,22	0,15	0,58	1,51	0,0082	1,31	1,52	1,57	1,33	2,29
-0,071+0,045	1,99	0,23	0,17	0,71	1,66	0,0086	2,05	2,57	2,87	2,18	3,58
-0,045+0	11,92	0,22	0,20	0,80	3,84	0,0086	11,75	18,14	19,35	30,17	21,47
Итого	100,00	0,22	0,13	0,49	1,52	0,0048	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

Таблица 4.

Результаты гранулометрического анализа медной забалансовые руды при крупности -30 мм

Класс крупности, мм	Выход, %	Содержание, %					Распределение, %				
		Cu общая	Cu окис-ленная	Au, г/т	Ag, г/т	Mo	Cu общая	Cu окис-ленная	Au	Mo	Ag
-30+20	16,12	0,31	0,15	0,43	1,26	0,0054	20,65	18,06	14,67	17,53	12,24
-20+10	17,16	0,27	0,13	0,57	1,66	0,0054	19,15	16,66	20,70	18,66	17,16
-10+8	3,48	0,24	0,11	0,38	1,25	0,0035	3,45	2,86	2,80	2,45	2,62
-8+5	8,47	0,22	0,12	0,41	1,11	0,0041	7,70	7,59	7,34	6,99	5,66
-5+2	13,40	0,23	0,12	0,34	1,05	0,0042	12,73	12,01	9,64	11,33	8,48
-2+1	8,80	0,20	0,10	0,39	1,42	0,0032	7,27	6,57	7,26	5,67	7,52
-1+0,5	7,28	0,18	0,11	0,35	1,41	0,0032	5,41	5,98	5,31	4,69	6,18
-0,5+0,2	6,46	0,20	0,11	0,45	1,37	0,0044	5,34	5,31	6,15	5,72	5,33
-0,2+0,1	3,93	0,22	0,13	0,49	1,43	0,0069	3,57	3,81	4,07	5,45	3,38
-0,1+0,071	1,35	0,23	0,14	0,46	1,87	0,0063	1,28	1,41	1,31	1,71	1,52
-0,071+0,045	2,25	0,24	0,17	0,69	1,95	0,0080	2,23	2,85	3,28	3,62	2,64
-0,045+0	11,31	0,24	0,20	0,73	4,00	0,0071	11,22	16,90	17,47	16,17	27,26
Итого	100,00	0,24	0,13	0,47	1,66	0,0050	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

распределением благородных металлов, легко находится точное режимное пара-метры гравитационного обогащении.

Для полноты рационального анализа окисленной медной руды Кальмакырского месторождении оста-лись выполнить только ситовой анализ и проведено гранулометрический анализ. Крупность материала для анализа составила -50 мм, -30 мм, -20 мм и -2 мм. При выполнении анализа в каждом классе определяли содержание меди общей и окисленной, а также молибдена, золота и серебра. В пробе руды крупностью -2 мм при выполнении гранулометрического анализа допол-нительно определено содержание железа и серы и распределение их по классам крупности. Гранулометрический состав пробы при разной крупности материала приведен в таблицах 3-4.

По данным ситового анализа композитной пробы руды при разной крупности содержание основных ценных

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

компонентов варьирует в следующих диапазонах:

- меди общей от 0,21 до 0,24%, в среднем составляет 0,22%;
- окисленной меди от 0,12 до 0,13%, в среднем составляет 0,13%;
- молибдена от 0,0039 до 0,005%, в среднем составляет 0,0046%;
- золота от 0,43 до 0,49 г/т, в среднем составляет 0,47 г/т;
- серебра от 1,52 до 1,79 г/т, в среднем составляет 1,67 г/т.

При разной крупности руды (-50, -30, -20 мм) материал пробы перераспределяется в крупных классах. Выход шламового класса не изменяется и остается на уровне 11,31-11,92%.

Заключения. Полученное преимущественное хороших результатов гранулометрических анализов показывает, что традиционным способом гравитационного обогащением разделить цветных и благородных металлов трудно и именно распределение меди и благородных металлов как золота, серебро и палладия находится в нижнем классе крупности, объясняющие изучение интенсивного гравитации с применением центробежных концентраторов как кнелсон и фалькон.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вохидов Б.Р. // Разработка технологии получения платиновых металлов из техногенных отходов // Научно-методический журнал Евразийский союз ученых (ЕСУ): Москва, 2020. Июнь №6(75). С.38-46.
2. Вохидов Б.Р., Хасанов А.С. // Исследование и разработка технологии извлечения металлов платиновых групп из техногенного сырья АО «АГМК» // XIV Международной конференции. Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАН, Красноярск, 09.2021 г. С.29-32.
3. Voxidov B.R. // Development and improvement of technology for extraction of precious metals from technogenic raw materials // Научно-методический журнал UNIVERSUM: Технические науки - Moskva, 2021. Dekabr №12(93). C.11-16.
4. А.Р. Арипов, Ф.Э. Ахтамов, А.А. Саидахмедов, Б.Р. Вохидов // Разработка технологии обогащения вермикулитовых руд караузякского месторождения // Научно-технический и производственный ГОРНЫЙ Журнал Казахстана, Нур-султан апреля 2022г. №, ст.33-39.
5. Хасанов А. С., Вохидов Б. Р., Мамараимов Г.Ф. // Изучение возможности извлечения ванадия из техногенных отходов // Фарғона политехника институти Илмий техник журнали Фарғона 2020й. Март Том 24 №3. С.97-102.
6. B.R. Vokhidov New horizons processing of technogenic waste of the copper industry // (№23 The American Journal of Applied sciences) // Volume 04 issue 05 Pages: 42-51. SJIF Impact factor (2021: 5. 634) (2022: 6. 176).